

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 37 30 423 A 1

⑯ Int. Cl. 4:

B 01 F 7/22

B 01 F 3/04

B 01 F 3/08

B 01 F 3/12

⑰ Anmelder:

Ekato Industrieanlagen Verwaltungsgesellschaft  
mbH u. Co., 7860 Schopfheim, DE

⑰ Vertreter:

Berendt, T., Dipl.-Chem. Dr.; Leyh, H., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing.; Hering, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 8000  
München

⑰ Erfinder:

Forschner, Peter, Dipl.-Ing., 7861 Hasel, DE; Jekat,  
Herbert, Dipl.-Ing. Dr., 7860 Schopfheim, DE

⑮ Rührvorrichtung

Die Erfindung betrifft eine Rührvorrichtung zum Dispergieren und Suspendieren von Gasen und/oder Flüssigkeiten und/oder Feststoffen in Flüssigkeiten. Die Rührvorrichtung besteht aus einem z. B. zweiflügeligen Rührpropeller, der auf einer Welle befestigt ist. Jeder Flügel besteht aus einem Hauptflügel und einem diesem zugeordneten Vorflügel. Durch den Vorflügel wird eine stärkere Anschmiegeung der Strömung an den Hauptflügel durch Vorformung oder Umlenkung am Vorflügel erreicht und dadurch der Strömungswiderstand des Rührpropellers beträchtlich reduziert. Ferner sind größere Anstellwinkel der Flügel möglich.

Dies führt bei gleichem verfahrenstechnischen Wirkungsgrad zu einer beachtlichen Reduzierung des Platzbedarfs und des Gewichtes des Rührers und zu einer Senkung des Energiebedarfs.

DE 37 30 423 A 1

DE 37 30 423 A 1

## Patentansprüche

1. Rührvorrichtung zum Dispergieren und Suspensionsieren von Gasen und/oder Flüssigkeiten und/oder Feststoffen in Flüssigkeiten, mit einem in einen Rührbehälter einbaubaren und um eine insbesondere lotrechte Achse umlaufenden Rührer, auf dessen Welle wenigstens ein Rührpropeller sitzt, dadurch gekennzeichnet, daß der Rührpropeller (14) aus wenigstens einem mit der Welle (12) verbundenen Hauptflügel (16) und einem mit diesem verbundenen Vorflügel (18) besteht, der im Abstand oberhalb des Hauptflügels (16) angeordnet ist.
2. Rührvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorflügel (18) und der Hauptflügel (16) im wesentlichen dieselbe radiale Länge haben.
3. Rührvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorflügel (18) im wesentlichen parallel zum Hauptflügel (16) angeordnet ist.
4. Rührvorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der lotrechte Abstand zwischen dem Hauptflügel (16) und dem Vorflügel (18) etwa 2,0–3,5%, insbesondere 2,5–3,0% vom Durchmesser des Rührpropellers (14) beträgt.
5. Rührvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite des Vorflügels (18) kleiner ist als die Breite des Hauptflügels (16).
6. Rührvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorflügel (18) in Drehrichtung des Rührpropellers (14) um ein Maß (S) versetzt vor dem Hauptflügel (16) angeordnet ist.
7. Rührvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptflügel (16) in Draufsicht im wesentlichen trapezförmig ausgebildet ist.
8. Rührvorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite des Hauptflügels (16) am radial inneren Ende (30) größer ist als am radial äußeren Ende (26).
9. Rührvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorflügel (18) mit dem Hauptflügel (16) durch wenigstens einen Steg (20, 22) verbunden ist.
10. Rührvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptflügel (16) und/oder der Vorflügel (18) rechteckförmig ausgebildet sind.
11. Rührvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptflügel (16) und/oder der Vorflügel (18) als ebene Platte ausgebildet sind.
12. Rührvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptflügel (16) und/oder der Vorflügel (18) als in Umfangsrichtung gekrümmte Platte ausgebildet sind.
13. Rührvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptflügel (16) und/oder der Vorflügel (18) jeweils als Platte gleicher Dicke ausgebildet sind.
14. Rührvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptflügel (16) und/oder der Vorflügel (18) im Querschnitt in Form eines Strömungsprofils ausgebildet sind.
15. Rührvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Flügel mit Gummi oder Email beschichtet sind.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Rührvorrichtung zum Dispergieren und/oder Suspendieren von Gasen und/oder Flüssigkeiten und/oder Feststoffen in Flüssigkeiten, mit einem in einen Behälter einbaubaren und um eine insbesondere lotrechte Achse umlaufenden Rührer, auf dessen Welle wenigstens ein Rührpropeller sitzt.

Um beispielsweise Feststoffe in Flüssigkeiten zu suspendieren oder nicht-lösliche Flüssigkeiten zu homogenisieren werden gewöhnlich die klassischen Propellerrührer verwendet.

Diese herkömmlichen Propellerrührer sind materialaufwendig, sperrig und haben ein relativ hohes Gewicht und eine hohe Leistungsaufnahme.

Es besteht daher seit langem der Wunsch, diese bekannten Propellerrührer zu verbessern.

Der Erfindung liegt daher auch die Aufgabe zugrunde, einen Rührer zu schaffen, der bei praktisch gleichem verfahrenstechnischen Wirkungsgrad ein geringeres Gewicht und einen geringeren Leistungsbedarf hat als die bekannten Propellerrührer.

Nach der Erfindung wird dies dadurch erreicht, daß der Rührpropeller aus wenigstens einem mit der Welle verbundenen Hauptflügel und einem mit dem letzteren verbundenen Vorflügel besteht, welcher im Abstand oberhalb des Hauptflügels angeordnet ist.

Die Verwendung des Vorflügels ermöglicht bei Verwendung eines zweiflügeligen Rührers gegenüber dem bekannten Propellerrührer eine Reduzierung des Gewichtes des Rührers auf etwa ein Drittel und eine Reduzierung der Leistungsaufnahme auf etwa die Hälfte bei praktisch gleichem verfahrenstechnischen Wirkungsgrad bzw. bei gleicher Suspendierqualität im Rührbehälter.

Es lassen sich somit durch den erfundungsgemäßen Rührer erhebliche Gewichts-, Material- und Leistungseinsparungen erzielen.

Vorzugsweise ist die radiale Länge des Vorflügels und des Hauptflügels im wesentlichen gleich groß, während die Breite des Vorflügels (quer zur Längsrichtung) kleiner ist als die Breite des Hauptflügels.

Der axiale Abstand zwischen Vorflügel und Hauptflügel kann zweckmäßigerverweise bei etwa 2,0–3,5% insbesondere bei etwa 2,5–3,0% des Durchmessers des Rührpropellers liegen.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung können der Haupt- und/oder der Vorflügel rechteckig ausgebildet sein; sie können als ebene Platte oder als gekrümmte Platte gleicher Dicke ausgebildet sein; oder der Hauptflügel und/oder der Vorflügel können im Querschnitt die Form eines Strömungsprofiles haben.

Vorzugsweise erstreckt sich der Hauptflügel nur über den radial äußeren Teil des Rührpropellers und er ist mit der Welle über einen Rührarm verbunden.

Die radial äußeren Enden von Hauptflügel und Vorflügel liegen zweckmäßigerverweise bündig übereinander.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist der Hauptflügel in Draufsicht im wesentlichen trapezförmig ausgebildet, wobei seine Breite am radial äußeren Ende kleiner ist als am radial inneren Ende.

Vorteilhafterweise ist der Vorflügel in Umfangsrichtung zum Hauptflügel versetzt und wenigstens teilweise vor dem Hauptflügel angeordnet. Zweckmäßigerverweise ist schließlich der Vorflügel mit dem Hauptflügel durch wenigstens einen Steg verbunden, der zur Rührachse parallel oder nach außen geneigt verlaufen kann.

Beispieleweise Ausführungsformen der Erfindung

werden nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben, in der

Fig. 1 schematisch in Schrägansicht einen Flügel eines zweiflügeligen Rührpropellers nach der Erfindung zeigt.

Fig. 2 zeigt den Rührpropeller nach Fig. 1 in Richtung des Pfeiles A.

Fig. 3 zeigt in Schrägansicht eine praktische Ausführungsform eines zweiflügeligen Rührers und

Fig. 4 zeigt eine weitere praktische Ausführungsform eines zweiflügeligen Rührers nach der Erfindung.

Fig. 1 zeigt schematisch einen Rührer 10, der aus einer Welle 12 und einem zweiflügeligen Rührpropeller 14 besteht, der mittels einer Nabe 15 fest mit der Welle 12 verbunden ist.

Die Welle 12 ist in an sich bekannter Weise in einen nicht-dargestellten Rührbehälter eingebaut und dreht sich in der Regel um eine senkrechte Achse.

Von dem zweiflügeligen Rührpropeller 14 ist nur ein Flügel dargestellt, der aus einem Hauptflügel 16 und einem Vorflügel 18 gebildet ist.

In der in Fig. 1 dargestellten schematischen Ausführungsform ist der Hauptflügel 16 in Form einer ebenen Platte ausgebildet, die sich von der Welle 12 bis zum äußeren Ende 26 erstreckt.

Vorzugsweise erstreckt sich der Hauptflügel 16 jedoch nicht über die gesamte radiale Länge bis zur Welle 12, sondern nur über einen Teil dieser Länge, wie in Fig. 1 gestrichelt dargestellt ist, wobei mit 30 das innere Ende des Hauptflügels 16 bezeichnet ist, der dann über einen Rührarm 24 mit der Nabe 15 verbunden ist.

Die radiale Länge des Hauptflügels 16 beträgt in der bevorzugten Ausführungsform etwa 20–30%, insbesondere etwa 25% des Durchmessers des Rührpropellers 14. Die radiale Länge des Vorflügels 18 ist vorzugsweise gleich der radialen Länge des Hauptflügels 16 und sie beträgt ebenfalls etwa 20–30% insbesondere etwa 25% des Durchmessers des zweiflügeligen Rührpropellers 14.

Die Breite des Hauptflügels 16 am äußeren Ende 26 liegt vorzugsweise bei etwa 4–8%, insbesondere bei etwa 6% des Durchmessers des Rührpropellers 14, während die Breite des Hauptflügels 16 am inneren Ende 30, d. h. an seiner breitesten Stelle, etwa 10–15, insbesondere etwa 12% des Durchmessers des Rührpropellers 14 beträgt.

Die Breite des Vorflügels 18 beträgt durchgehend etwa 3–7, vorzugsweise etwa 5% des Durchmessers des Rührpropellers 14 und sein axialer Abstand vom Hauptflügel 16 liegt bei etwa 2–3,5, vorzugsweise etwa 2,5–3,0% des Durchmessers des Rührpropellers 14.

Der Vorflügel 18 ist, wie in Fig. 1 dargestellt, oberhalb des Hauptflügels 16 angeordnet und an seinem inneren Ende 32 mit dem Hauptflügel 16 über einen Steg 20 verbunden.

Der Vorflügel 16 und der Hauptflügel 18 können darüber hinaus noch durch einen weiteren Steg 22 an ihren äußeren Enden 26 bzw. 28 verbunden sein, wobei in Fig. 1 der Steg 22 nur angedeutet ist.

Der Vorflügel 18 verläuft zweckmäßigerweise parallel zum Hauptflügel 16, er kann erforderlichenfalls aber auch um einen spitzen Winkel geneigt zum Hauptflügel verlaufen.

In der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform ist der Vorflügel 18 ebenfalls in Form einer rechteckigen Platte ausgebildet.

Sowohl der Hauptflügel 16, wie auch der Vorflügel 18 können als ebene Platte oder als gekrümmte Platte ausgebildet sein, wobei der Krümmungsradius etwa 20–30,

vorzugsweise etwa 25% des Durchmessers des Rührpropellers 14 beträgt.

Fig. 4 zeigt eine Ausführungsform, bei der Vorflügel und Hauptflügel in Form von nach unten gekrümmten Platten ausgebildet sind.

Die beiden Flügel sind zweckmäßigerweise jeweils als Platte gleicher Dicke ausgebildet, sie können aber auch im Querschnitt die Form eines Strömungsprofiles haben.

Der Hauptflügel 16 hat, wie in den Fig. 3 und 4 sowie in Fig. 1 gestrichelt dargestellt ist, vorzugsweise in Draufsicht etwa Trapezform, wobei er an seinem äußeren Ende 26, wie oben bereits erläutert, schmäler ist als an seinem inneren Ende 30.

Der Vorflügel 18 ist zweckmäßigerweise über seine gesamte radiale Länge in gleicher Breite ausgeführt. Der Steg 20, der den Vorflügel mit dem Hauptflügel verbindet, kann, wie bei der Ausführungsform nach Fig. 1 und Fig. 3 parallel zur Achse der Welle 12 verlaufen, er kann aber auch zur Achse der Welle 12 geneigt sein, wie die Ausführungsform nach Fig. 4 zeigt.

Die Länge der beiden Flügel 16 und 18 ist zweckmäßigerweise gleich, der Vorflügel 18 kann aber auch kürzer sein als der Hauptflügel 16, wobei aber vorzugsweise die äußeren Enden 26, 28 der beiden Flügel bündig übereinanderliegen.

Fig. 2 zeigt schematisch eine Ansicht des Rührers nach Fig. 1 in Richtung des Pfeiles A.

Wie die Figur zeigt, ist der Hauptflügel 16 in Drehrichtung angestellt und bildet mit der Drehebene einen Winkel  $\alpha$ , der vorzugsweise im Bereich von 30–45° liegt. Ist der Hauptflügel 16 in Form einer gekrümmten Platte ausgebildet, so liegt der Anstellwinkel  $\alpha$  an der Spitze bei 26 etwa bei 32–38, vorzugsweise etwa bei 35° und am inneren Ende 30 etwa bei 40–45, vorzugsweise etwa bei 42°.

Der Anstellwinkel  $\beta$  des Vorflügels 18 liegt im Bereich von 30–40° und er beträgt vorzugsweise etwa 35°.

Wie Fig. 2 ferner zeigt, ist der Vorflügel 18 relativ zum Hauptflügel 16 in Drehrichtung nach vorn um das Maß  $S$  versetzt angeordnet.

Die Versetzung oder Staffelung  $S$  des Vorflügels 18 relativ zum Hauptflügel 16 kann die Breite  $B$  des Vorflügels 18 erreichen oder auch darüber liegen. Vorzugsweise beträgt die Überdeckung  $T$  – sofern eine solche vorgesehen ist – jedoch etwa 0–0,5% insbesondere etwa 0,25% vom Durchmesser des Rührpropellers 14.

Der Vorflügel kann aber auch, wie Fig. 1 zeigt, ohne Versatz zum Hauptflügel ausgebildet und angeordnet sein.

Die Stege 20 und 22, welche den Vorflügel mit dem Hauptflügel verbinden, können als Platte gleicher Dicke oder auch als Strömungsprofil geformt sein.

Der Rührerarm 24 kann als Steg oder, wie die Fig. 3 und 4 zeigen, als Rohr ausgebildet sein, er kann aber auch im Querschnitt ein Strömungsprofil aufweisen.

Der Rührerarm 24 kann schließlich auch nur in einfacher Weise, wie Fig. 1 zeigt, eine Verlängerung des Hauptflügels 16 darstellen, in gleicher Breite wie der Hauptflügel 16, wie in ausgezogenen Linien dargestellt, oder er kann sich hinter dem Hauptflügel 16 verjüngen und damit eine geringere Breite als dieser haben, wie in Fig. 1 gestrichelt gezeigt ist.

Fig. 3 zeigt eine praktische Ausführungsform eines erfundungsgemäßen zweiflügeligen Rührpropellers mit einem etwa trapezförmigen Hauptflügel 16, einem rechteckförmigen Vorflügel 18, der durch zwei Stege 20 und 22 mit dem Hauptflügel verbunden ist, wobei diese

5  
Stege parallel zur Rührerachse verlaufen. Der Hauptflügel 16 ist über einen rohrförmigen Rührerarm 24 mit der Nabe 15 verbunden. Der Hauptflügel und der Vorflügel sind in Form ebener Platten ausgebildet. Die beiden Flügel 16 und 18 haben im wesentlichen die gleiche 5 radiale Länge.

Bei der in Fig. 4 gezeigten, ebenfalls praktischen Ausführungsform sind die beiden Hauptflügel 16 und die beiden Vorflügel 18 des zweiflügeligen Rührpropellers in Form nach unten gekrümmter Platten ausgebildet, 10 wobei die beiden Hauptflügel 16 mittels strömungsprofilförmiger Rührarme 24 mit der Nabe 15 verbunden sind. Die Stege 20, die die Vorflügel mit dem Hauptflügel verbinden, verlaufen nach außen geneigt zur Achse der Welle 12, wobei der Vorflügel hier etwas kürzer ist 15 als der Hauptflügel.

Bei Anordnung und Nutzung des Vorflügels wird bei gleichem verfahrenstechnischen Wirkungsgrad ein niedrigerer Leistungsbedarf, ein geringeres Gewicht und geringere Abmessungen, z. B. zwei statt drei Flügel, 20 als beim üblichen Propeller-Rührer erreicht.

Hierdurch erreicht man erhebliche Gewichts- und Materialeinsparungen, eine einfachere Handhabung und Montage, kleinere Behälteröffnungen, eine robuste und einfache Nabekonstruktion, niedrigere radiale 25 Kraftbeiwerte, höhere übertragbare Drehmomente und hohe  $k_{L\alpha}$ -Werte.

Darüber hinaus können die erfundungsgemäßen Rührer bzw. Rührflügel relativ einfach gummiert und emailiert werden. 30

Die Ausbildung eines Vorflügels oberhalb des Hauptflügels und die Ausnutzung der hierdurch entstehenden strömungsmechanischen Effekte führt somit zu beträchtlichen Einsparungen an Energie, Platzbedarf und Material; durch die etwa trapezförmige Gestalt des 35 Hauptflügels werden diese Vorteile und Wirkungen noch verbessert.

40

45

50

55

60

65

Nummer: 37 30 423  
 Int. Cl. 4: B 01 F 7/22  
 Anmeldetag: 10. September 1987  
 Offenlegungstag: 23. März 1989

1/2

3730423

Fig. 1

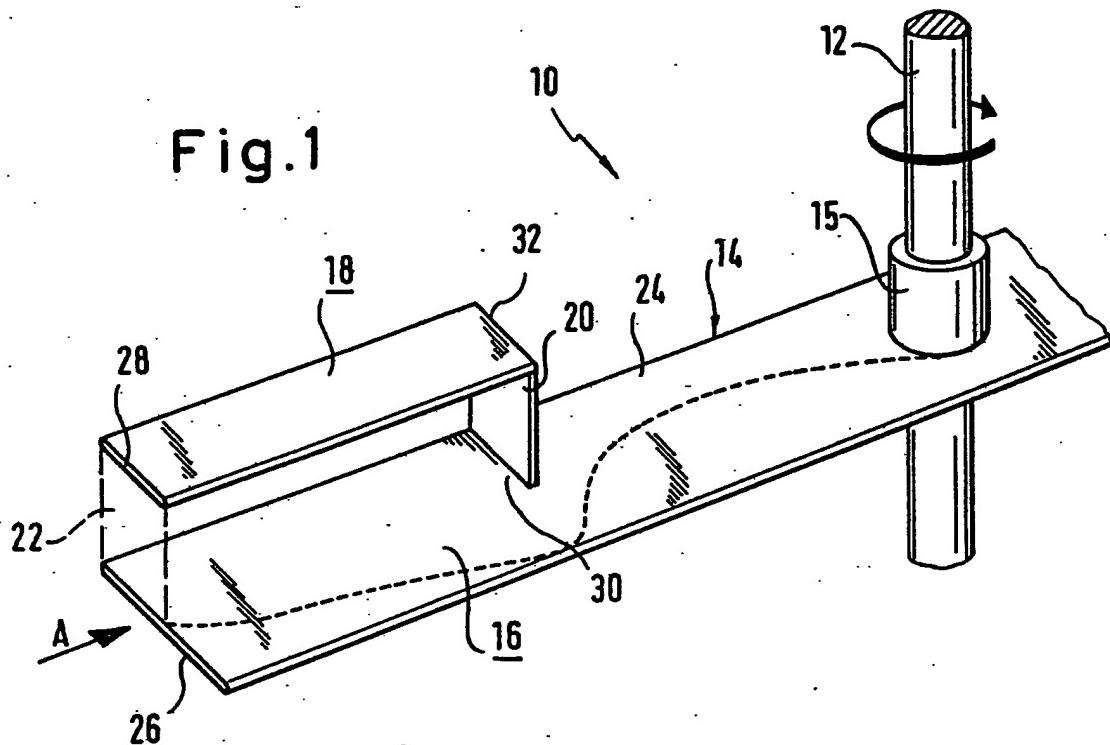


Fig. 2

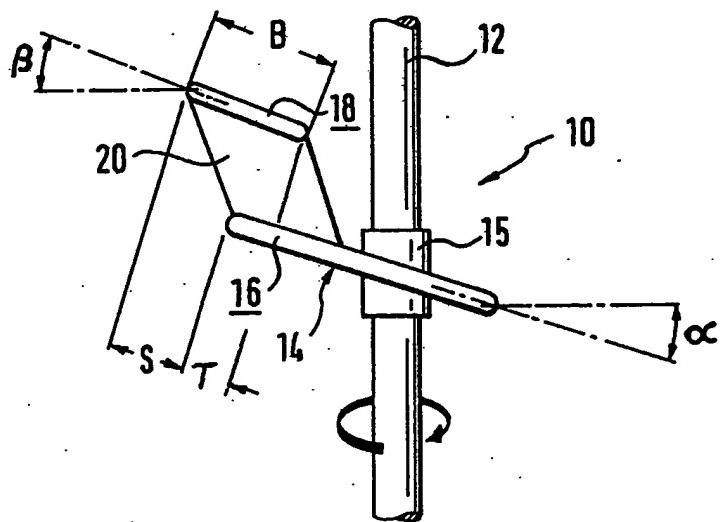


Fig. 3

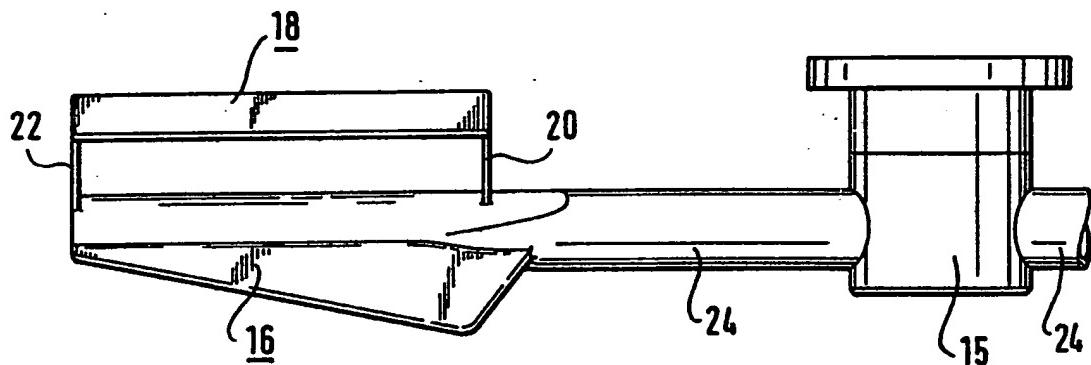
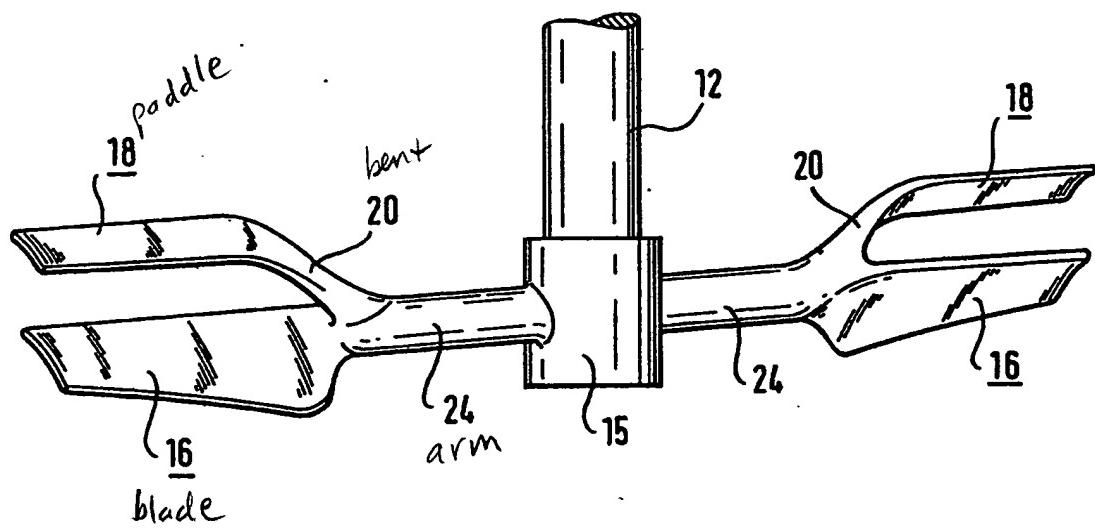


Fig. 4



**PUB-NO:** DE003730423A1  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** DE 3730423 A1  
**TITLE:** Agitator

**PUBN-DATE:** March 23, 1989

**INVENTOR-INFORMATION:**

| NAME                        | COUNTRY |
|-----------------------------|---------|
| FORSCHNER, PETER DIPLOM ING | DE      |
| JEKAT, HERBERT DIPLOM DR    | DE      |

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

| NAME                      | COUNTRY |
|---------------------------|---------|
| EKATO IND ANLAGEN VERWALT | DE      |

**APPL-NO:** DE03730423

**APPL-DATE:** September 10, 1987

**PRIORITY-DATA:** DE03730423A (September 10, 1987)

**INT-CL (IPC):** B01F003/04, B01F003/08, B01F003/12, B01F007/22

**EUR-CL (EPC):** B01F015/00

**US-CL-CURRENT:** 366/343

**ABSTRACT:**

CHG DATE=19990617 STATUS=O> The invention relates to an agitator for dispersing and suspending gases and/or liquids and/or solids in liquids. The agitator is composed of an, e.g. twin-bladed, agitator propeller which is fixed to a shaft. Each blade is composed of a main blade and a leading-edge flap assigned to this. By means of the leading-edge flap, a stronger adhesion of the flow to the main blade is achieved by preforming or deflection at the leading-edge flap and, as a result, the flow resistance of the agitator propeller is considerably decreased. Moreover, greater angles of attack of the blades are possible. This leads to a considerable reduction of the space requirement and weight of the agitator and to a decrease of the energy consumption with the same processing efficiency.